高精度anyCAP™*
50 mA ロー・ドロップアウト、リニア電圧レギュレータ

ADP3300

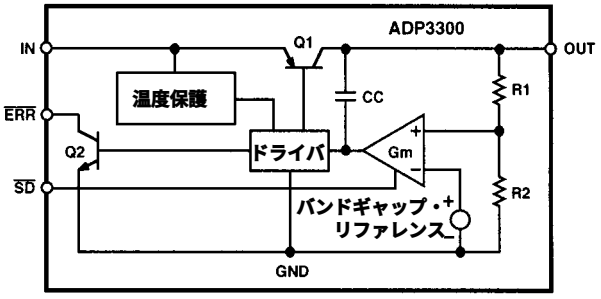
特長

高精度（25°Cにおけるラインおよび負荷のレギュレーション）：
　±0.8%
きわめて低いドロップアウト電圧：50 mAで80 mV（typ）
安定化のための出力コンデンサは0.47 µFのみ
anyCAP™はMLCCを含む全種類のコンデンサで安定
電流、温度上昇制限回路
ロー・ノイズ
ドロップアウト検出回路
低いシャットダウン電流：1 µA
入力電圧レンジ：3.0 V～12 V
動作温度範囲：－40°C～＋85°C
多くの固定電圧の選択が可能
超小型SOT-23 6ピン・パッケージ
優れたラインレギュレーションおよび負荷レギュレーション

アプリケーション

携帯電話
ノートブック、パームトップ・コンピュータ
電池駆動のシステム
PCMCIAレギュレータ
バーコード・スキャナ
ビデオカメラ、カメラ

機能ブロック図



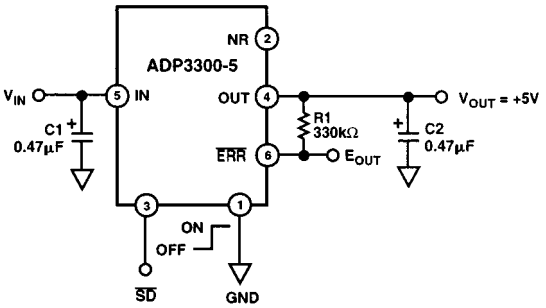


図1．標準的なアプリケーション回路

概要

ADP3300はAD330Xファミリの製品で、高精度のロー・ドロップアウトのanyCAP™電圧レギュレータです。ADP3300は、新しいアーキテクチャと優れた回路を備えて、従来のLDOに比べて優れた性能をもっています。特許にもなっているその設計では、わずか0.47 µFのコンデンサで安定が得られます。このデバイスは、ESR（等価直列抵抗）値によらず、どのようなコンデンサでも安定し、実装スペースに制限のあるアプリケーションではセラミック・タイプのコンデンサ（ＭＬＣＣ）を使用することも可能になります。ADP3300は、ライン・レギュレーションおよび負荷レギュレーションに関して室温で±0.8%、全温度範囲で±1.4%という優れた精度を達成しています。また、ADP3300のドロップアウト電圧は、50 mAで80 mV（typ）しかありません。

ADP3300は、＋3.0 V～＋12 Vの広い範囲の入力電圧をカバーし、50 mAを超える負荷電流を供給します。このデバイスは、レギュレーション不能となりそうなとき、あるいは短絡または温度過負荷保護が働いたとき、それを知らせるエラー・フラッグを備えています。そのほか、シャットダウン、オプションのノイズ・リダクションといった特長も挙げられます。AD330X anyCAP™ LDOファミリーは、広い範囲の出力電圧と、50 mA～300 mAの出力電流レベルを提供します。

ADP3301（100 mA）
ADP3302（100 mA、デュアル出力）
ADP3304（100 mA、個別アース・デュアル出力）
ADP3303（200 mA）
ADP3306（300 mA）

any CAPは、アナログ・デバイセズ社の登録商標です。

アナログ・デバイセズ社が提供する情報は正確で信頼できるものを期していますが、当社はその情報の利用、また利用したことにより引き起こされる第3者の特許または権利の侵害に関して一切の責任を負いません。さらにアナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を許諾するものでもありません。

REV.0

アナログ・デバイセズ株式会社

本　　社／東京都港区海岸１－１６－１　電話03（5402）8200　〒105－6891
　　ニューピア竹芝サウスタワービル
大阪営業所／大阪市淀川区宮原３－５－３６　電話06（6350）6868㈹　〒532－0003
　　新大阪第２森ビル

ADP3300—仕様 (特に指定のない限り、T_A＝−40℃～＋85℃、V_{IN}＝7 V、C_{IN}＝0.47 μF、C_{OUT}＝0.47 μF)

パラメータ	シンボル	条　件	Min	Typ	Max	単位
出力電圧精度	V_{OUT}	V_{IN}＝V_{OUT}＋0.3 V ～ 12 V(公称値) I_L＝0.1 mA ～ 50 mA T_A＝＋25℃ V_{IN}＝V_{OUT}＋0.3 V ～ 12 V(公称値) I_L＝0.1 mA ～ 50 mA	 −0.8 −1.4	 	 ＋0.8 ＋1.4	 % %
ライン・レギュレーション	$\Delta V_O/\Delta V_{IN}$	V_{IN}＝V_{OUT}＋0.3 V ～ 12 V (公称値) T_A＝＋25℃	 	 0.02	 	 mV/V
負荷レギュレーション	$\Delta V_O/\Delta I_L$	I_L＝0.1 mA ～ 50 mA T_A＝＋25℃	 	 0.06	 	 mV/mA
グラウンド電流	I_{GND}	I_L＝50 mA I_L＝0.1 mA	0.55 0.19	 	1.7 0.3	mA mA
ドロップアウトでのアース電流	I_{GND}	V_{IN}＝2.5 V I_L＝0.1 mA	 	 0.6	 1.2	 mA
ドロップアウト電圧	V_{DROP}	V_{OUT}=V_O(公称値)の98% I_L＝50 mA I_L＝10 mA I_L＝1 mA	 0.08 0.025 0.004	 	 0.17 0.07 0.03	 V V V
シャットダウン・スレッショルド	V_{THSD}	オン オフ	2.0 	0.75 0.75	 0.3	V V
シャットダウン・ピン入力電流	I_{SDIN}	0＜$V_{\overline{SD}}$＜5 V 5＜$V_{\overline{SD}}$＜12 V, @V_{IN}＝12 V	 	 	1 22	μA μA
シャットダウン・モードでのグラウンド電流	I_Q	$V_{\overline{SD}}$＝0, V_{IN}＝12 V T_A＝＋25℃ $V_{\overline{SD}}$＝0, V_{IN}＝12 V T_A＝＋85℃	 	 0.005 0.01	 1 3	 μA μA
シャットダウン・モードでの出力電流	I_{OSD}	T_A＝＋25℃, @V_{IN}＝12 V T_A＝＋85℃, @V_{IN}＝12 V	 	 	2 4	μA μA
エラー・ピン出力のリーク電流	I_{EL}	V_{EO}＝5 V	 	 	13	μA
エラー・ピン“低”出力電圧	V_{EOL}	I_{SINK}=400 μA	 	0.12	0.3	V
ピーク負荷電流	I_{LDPK}	V_{IN}＝V_{OUT}(公称値)＋1 V	 	100	 	mA
出力ノイズ @5 V出力	V_{NOISE}	f=10 Hz ～ 100 kHz C_{NR}＝0 C_{NR}＝10 nF, C_L＝10 μF	 	 100 30	 	 μV rms μV rms

注
周囲温度＋85℃で最大出力動作をすると、接合温度は＋125℃になります。
仕様は予告なしに変更される場合があります。

絶対最大定格*

入力供給電圧 …… −0.3 V ～ +16 V
シャットダウン入力電圧 …… −0.3 V ～ +16 V
エラー・フラッグ出力電圧 …… −0.3 V ～ +16 V
ノイズ・バイパス・ピン電圧 …… −0.3 V ～ +5 V
消費電力 …… 内部的に制限される
動作周囲温度範囲 …… −55℃ ～ +125℃
動作接合部温度範囲 …… −55℃ ～ +125℃
θ_{JA} …… 165℃
θ_{JC} …… 92℃
保存温度範囲 …… −65℃ ～ +150℃
ピン温度範囲（ハンダ付 10秒）…… +300℃
気相（60秒）…… +215℃
赤外線（15秒）…… +220℃

* 上記はストレス定格値です。この絶対最大定格を超えて使用するとデバイスが永久的なダメージを受けます。

オーダー・ガイド

モデル	出力電圧	パッケージ・オプション
ADP3300ART-2.7	2.7 V	SOT-23
ADP3300ART-3	3.0 V	SOT-23
ADP3300ART-3.2	3.2 V	SOT-23
ADP3300ART-3.3	3.3 V	SOT-23
ADP3300ART-5	5.0 V	SOT-23

他の出力電圧のオプションについてはアナログ・デバイセズ社にお問い合せください。
SOT＝表面実装

このほかのanyCAP™ファミリ

モデル	出力電流	パッケージ・オプション	備考
ADP3301	100 mA	SO-8	高精度
ADP3302	100 mA	SO-8	デュアル出力
ADP3304	100 mA	SO-8	個別アース・デュアル出力
ADP3303	200 mA	SO-8	高精度
ADP3306	300 mA	SO-8, TSSOP-14	高精度、高電流

注
SO＝小型パッケージ、TSSOP＝小型・薄型パッケージ

ピン機能の説明

ピン	名称	機能
1	GND	グラウンド・ピン
2	NR	ノイズ・リダクション・ピン。出力ノイズをさらに減少させるとき使用します（詳細は本文を参照してください）。使用しないときは接続しません。
3	$\overline{SD}$	アクティブ・ロー・シャットダウン・ピン。レギュレータ出力を無効にするときはグラウンドに接続します。シャットダウン機能を使用しないときは、このピンを入力ピンに接続してください。
4	OUT	レギュレータの出力電圧2.7、3.0、3.2、3.3、または5 Vに固定されます。0.47 μF以上のコンデンサでグラウンドにバイパスします。
5	IN	レギュレータ入力
6	$\overline{ERR}$	オープン・コレクタ出力。出力が制御から外れそうになるとローになります。

ピン構成

注意

ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。4000 Vもの高圧の静電気が人体やテスト装置に容易に帯電し、検知されることなく放電されることもあります。このADP3300には当社独自のESD保護回路を備えていますが、高エネルギーの静電放電にさらされたデバイスには回復不能な損傷が残ることもあります。したがって、性能低下や機能喪失を避けるために、適切なESD予防措置をとるようお奨めします。

ADP3300—代表的な性能特性

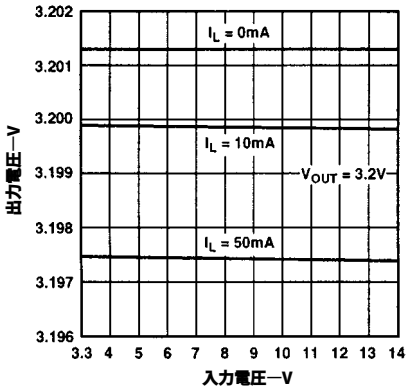


図2．ライン・レギュレーション出力電圧と供給電圧の関係

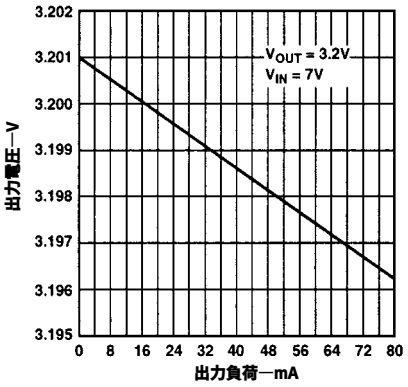


図3．出力電圧と負荷電流の関係

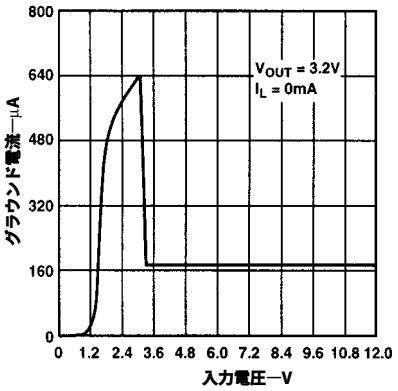


図4．静止電流と供給電圧の関係

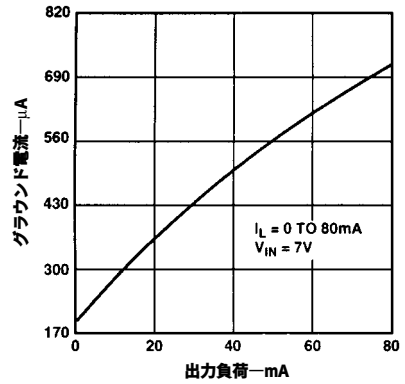


図5．静止電流と負荷電流の関係

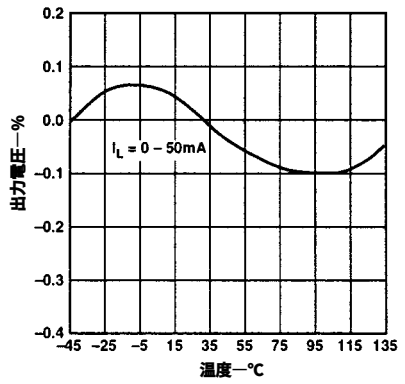


図6．出力電圧変化率（%）と温度の関係

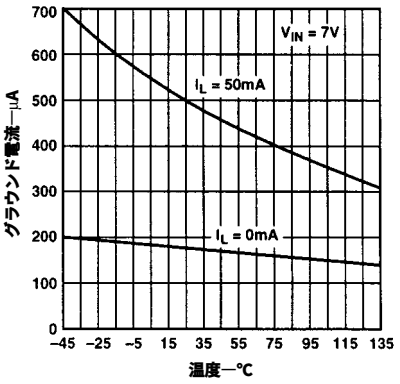


図7．静止電流と温度の関係

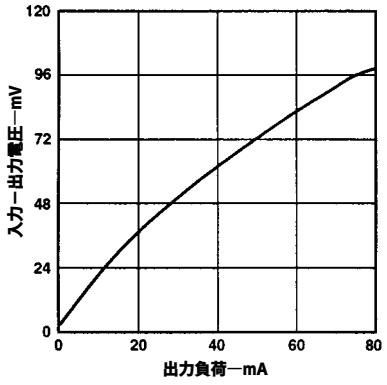


図8．ドロップアウト電圧と出力電流の関係

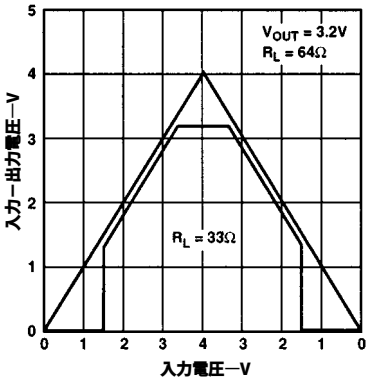


図9．電源オン／電源オフ

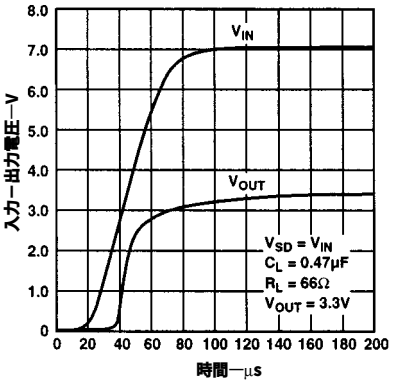


図10．電源オン時のオーバーシュート

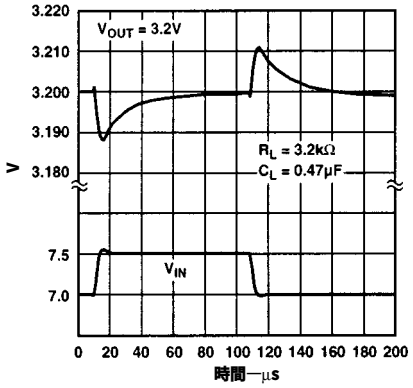


図11．ライン過渡電圧応答

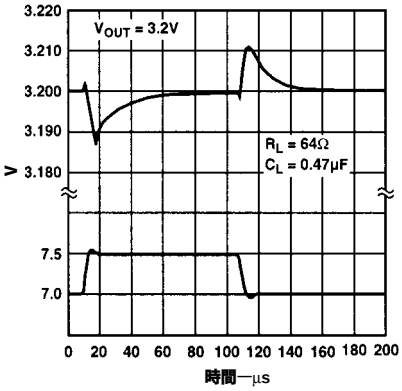


図12．ライン過渡電圧応答

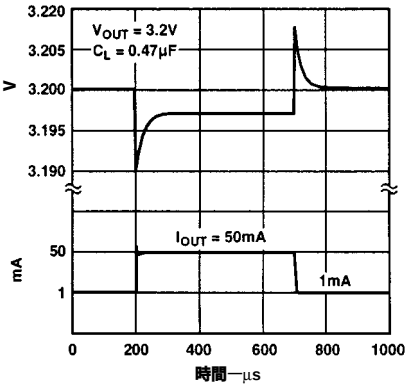


図13．負荷過渡電圧

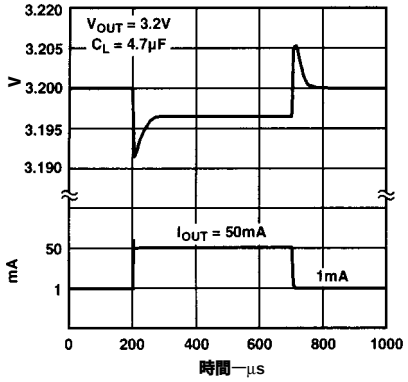


図14．負荷過渡電圧

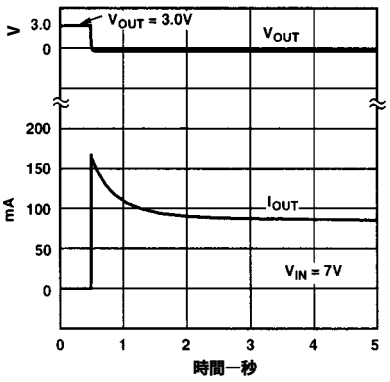


図15．短絡電流

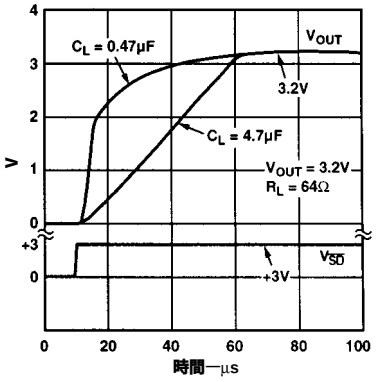


図16．電源オン

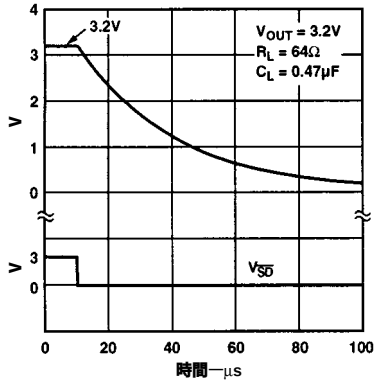


図17．電源オフ

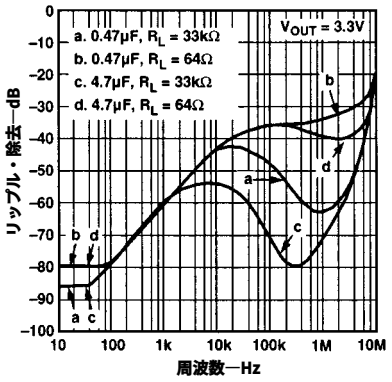


図18．電源リップル・除去

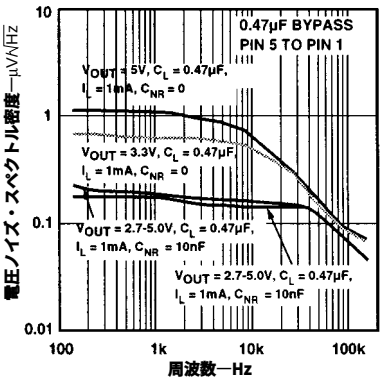


図19．出力ノイズ密度

動作原理

新しいanyCAP™ LDO ADP3300は、レギュレーション機能とリファレンス機能に単一のコントロール・ループを使用してます。出力電圧は、使用する出力電圧オプションに応じたR1とR2から構成される抵抗分圧器によって検出されます。この電圧は、直列ダイオード（D1）と第2の抵抗分圧器（R3およびR4）を通り、増幅器の入力にフィードバックされます。

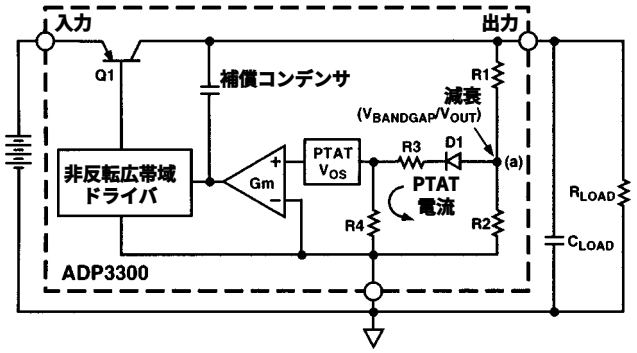


図20．機能ブロック図

このループには、非常にゲインの高い誤差増幅器が使用されます。この増幅器は、平衡状態において、繰り返し動作し非常によくコントロールされた大きな、温度に比例した入力“ オフセット電圧 ”を生成するように構成されています。この温度比例オフセット電圧は、相補ダイオード電圧と共に“ 仮想バンドギャップ ”電圧を形成します。ただし、これは等価的に存在し回路内に明確に現れることはありません。特許を取得したこの設計により、ただ1つの増幅器でループをコントロールすることができます。またこのテクニックにより、ノイズ・ソースのトレードオフに柔軟性がもたらされることからノイズ特性が向上し、低ノイズ設計が得られます。

R1とR2から構成される分圧器は、バンドギャップ電圧と出力電圧の比に等しく選択されます。R1とR2による抵抗分圧器は、ダイオードD1およびR3とR4から構成される第2の分圧器に接続されますが、温度に安定な出力が得られるように値の選択が行われます。独特なこの構成は、具体的には分圧器の負荷を補正し、従来の回路においてベース電流負荷がもたらしていたエラーが回避されます。

この特許取得済みの増幅器は、パス・トランジスタQ1をドライブする、今までにない独特な非反転ドライバをコントロールします。この特別な非反転ドライバを使用することによって、負荷コンデンサ込みで周波数補正を行うことができポール・スプリッティング・アレンジメントによって、負荷コンデンサの容量、タイプ、およびESRの影響を抑えることができます。

ほとんどのLDOでは、負荷容量と抵抗が不確定であると安定化することが困難になるため、ESRの値の範囲が厳密に要求されています。しかも、従来のLDOでは安定を確保するためのESRの値は、負荷と温度によって変化します。このようなESRの制限は、その仕様が不明確なことや温度により極端な変化があることと相まってLDOを使った設計をより難しいものとしていました。

それもADP3300 anyCAP™ LDOの登場によって、過去のものとなりました。このLDOは、実質的にどのようなコンデンサでも使用でき、最低ESRの制限もありません。この革新的な設計は、わずか0.47 µFという低容量の出力コンデンサで回路の安定をもたらします。また、ポール・スプリッティング技術を用いることによって、優れたライン・ノイズ除去と非常に高いレギュレータ・ゲインが得られ、卓越したラインならびに負荷のレギュレーションが得られます。ここでは、驚異的とも言える±1.4%の精度がライン、負荷そして温度によることなく保証されています。

さらに回路の特徴として、電流制限、温度シャットダウン、およびノイズ除去が挙げられます。出力のコントロールが失われた後に警告を発する従来の製品と異なり、ADP3300は、コントロールを失う前に$\overline{ERR}$ピンをイネーブルにして警告を発することによってシステムのパフォーマンスを向上させます。

チップの温度が上昇して165°Cを超えると、$\overline{ERR}$ピンの信号がローに転じ、回路がソフト温度シャットダウンとなり電流を安全なレベルまで下げます。

メイン分圧回路の中点（a）はノイズ・リダクション（NR）ピンに出力されているので、低容量のコンデンサ（10 nF～100 nF）を用いてこれをバイパスすれば、ループのノイズ・ゲインが低く抑えられます。

アプリケーション情報

コンデンサの選定：anyCAP™

出力コンデンサ：出力過渡応答は、他のマイクロパワーのデバイスと同様に出力コンデンサの静電容量によって決まります。しかしADP3300は、コンデンサの静電容量、タイプおよびESRについて広い範囲で安定が得られます（anyCAP™）。安定に必要な静電容量はわずかに0.47 µFです。出力電流に高いサージが予測される場合は、これより大きな容量のコンデンサを使用します。ADP3300は、多層セラミック・コンデンサ（MLCC）やOSCONといった、ESRがきわめて低いコンデンサ（ESR　0）で安定します。

入力バイパス・コンデンサ：入力バイパス・コンデンサは必要ありませんが、入力源のインピーダンスが高い場合や入力源と入力ピンが離れている場合には、バイパス・コンデンサの使用が推奨されます。入力ピンとアースとの間に0.47 µFのコンデンサを挿入すると、回路がプリント基板のレイアウトの影響を受けにくくなります。出力側でより大きな容量のコンデンサを使用するときは、1 µF以上の入力コンデンサを使用します。

ノイズ除去

ノイズ除去コンデンサ（C_{NR}）を使用すれば、ノイズをさらに6 dB～10 dB減衰させることができます（図21）。もっともいい結果は、10 nF～100 nFのロー・リーケージ・コンデンサで得られます。負荷電流が200 µA未満のときは、4.7 µFの出力コンデンサによりノイズがもっとも低くなり、全体的にもパフォーマンスが最高になります。ノイズ除去・ピン（NR）は、高インピーダンスのノードに内部的に接続されているので、このノードに対する接続は、外部からノイズを拾うことがないように慎重に行う必要があります。このピンに接続する回路部品は、できる限り小さいものとします。したがってプリント基板上の長い引き回しは推奨できません。

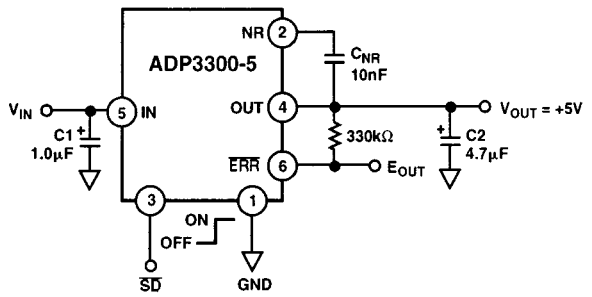


図21．ノイズ除去回路

温度上昇保護

ADP3300は、過度の電力消費によって損傷しないように、ダイの温度上昇を165℃以下に抑える温度上昇保護回路を備えています。ダイの温度が165℃を超えるような極端な条件（つまり周囲温度が高く、消費電力が大きい場合）では、ダイの温度が安全なレベルに下るまで出力電流が減少されます。ダイの温度が下がると、出力レベルが元に戻ります。

電流と温度を制限することでデバイスが不慮の過負荷条件から保護されます。通常の動作時は、接合温度が125℃を超えないように、デバイスの消費電力を外部的に制限します。

接合温度の計算

デバイスの消費電力は次の式で求まります。

$$PD = (V_{IN} - V_{OUT})\, I_{LOAD} + (V_{IN})\, I_{GND}$$

ただしI_{LOAD}は負荷電流、I_{GND}はアース電流、V_{IN}は入力電圧、V_{OUT}は出力電圧です。

ここで、I_{LOAD}＝50 mA、I_{GND}＝0.5 mA、V_{IN}＝8 V、V_{OUT}＝3.3 Vと仮定すると、デバイスの消費電力は次のようになります。

$$PD = (8-3.3)\, 0.05 + 8 \times 0.5\ mA = 0.239\ W$$

$$\Delta T = T_J - T_A = PD \times \theta_{JA} = 0.239 \times 165 = 39.4℃$$

この場合、接合温度の上限を125℃とするためには、周囲温度が85℃以下でなければなりません。

プリント基板のレイアウトにおける考慮事項

表面実装コンポーネントは、基板のパターンまたは部品の外装を通じてデバイスからの熱を放射させます。適切なプリント基板レイアウト・テクニックを使用してパッケージ直近の冷却を行う必要があります。

次にプリント基板・レイアウト設計の一般的なガイドラインを示しますので参考にしてください。

1. プリント基板のトレースは、断面積が大きいほど冷却効果が高くなります。厚さが厚く、幅の広い銅トレースを使用したプリント基板で最良の結果が得られます。
2. 空気に触れる表面積が大きいほど、対流や強制換気による冷却効率が高くなります。
3. 熱放射を必要とするトレース上でのハンダ・マスクやシルク・スクリーンの使用を避けます。これを使用するとジャンクション部と周囲とのパッケージの熱抵抗が増加してしまいます。

シャットダウン・モード

シャットダウン・ピンにTTLレベルのH信号を印加するか入力ピンと接続すると、出力がオンになります。このシャットダウン・ピンを0.3 V以下に引込むかグラウンドと接続すると、出力がオフになります。シャットダウン・モードでは、静止電流が1 µA未満に抑えられます。

エラーフラッグ・ドロップアウト検出器

ADP3300は、広い範囲の負荷、入力電圧、温度範囲にわたって出力電圧を維持します。たとえば、供給電圧が出力電圧とドロップアウト電圧の合計電圧より下ると出力電圧の調整が困難になりますが、このように出力電圧が調整不能になりそうになると、$\overline{ERR}$ピンがアクティブになります。この$\overline{ERR}$ピン出力は、アクティブ・ローのオープン・コレクタ出力です。

$\overline{ERR}$ピン、つまりエラーフラッグは、一度セットされると、供給電圧が上がるか負荷が減少して動作範囲の少し内側に戻るまで、ヒステリシス特性によって出力がローに維持されます。

アプリケーション回路

クロスオーバ・スイッチ

図22に示した回路は、2つのADP3300を使用した混合電圧供給システムです。出力は、外部のディジタル入力によって選択され、2つのレベルの間で切換ります。切換える出力電圧は、オーダ・ガイドにあるどの電圧でも組合せることができます。

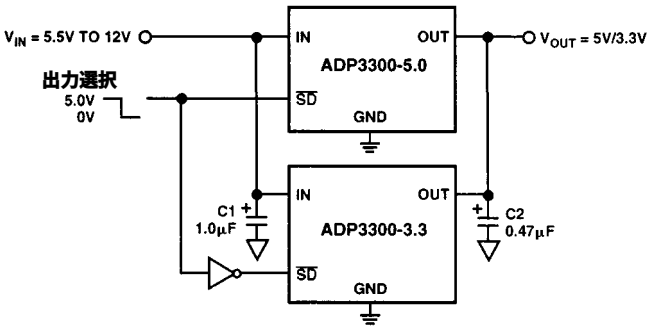
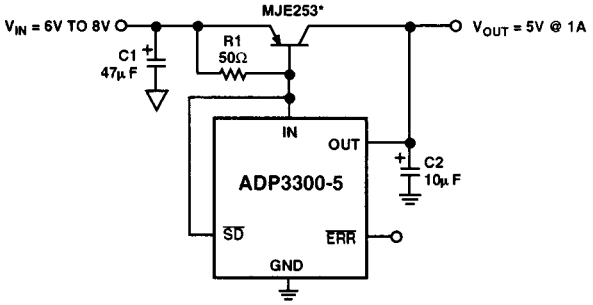


図22．クロスオーバ・スイッチ

出力電流の増加法

より高い出力電流が必要な場合は、図23に示すように適当なパス・トランジスタを使用すれば、出力電流を最高で1 Aまで増加することができます。



*AAVID531002 ヒート・シンク使用

図23．高出力電流リニア・レギュレータ

定ドロップアウト・ポスト・レギュレータ

図24に示した回路では、ロー・ドロップアウトの任意のレギュレータ出力電圧が高い精度で得られます。この回路は、スイッチング・レギュレータのリップルを飛躍的に低減する一方で一定のドロップアウト電圧を提供し、LDOの消費電力を15 mW以下に抑えます。この回路では、ステップアップ構成のスイッチング・レギュレータとしてADP3000が使用されています。

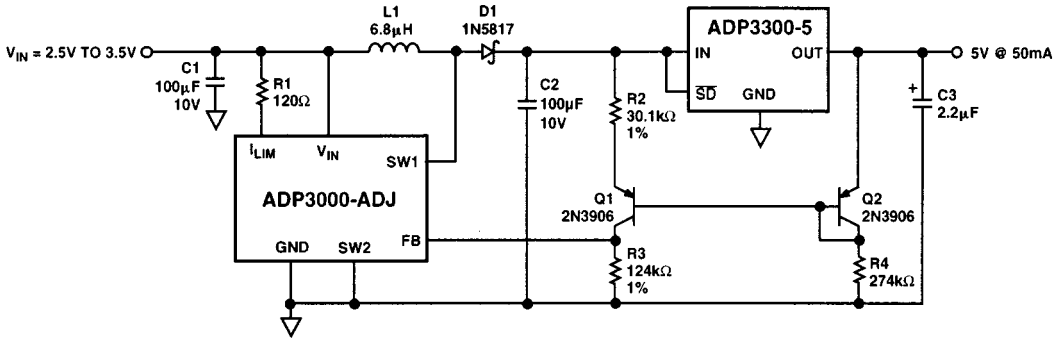


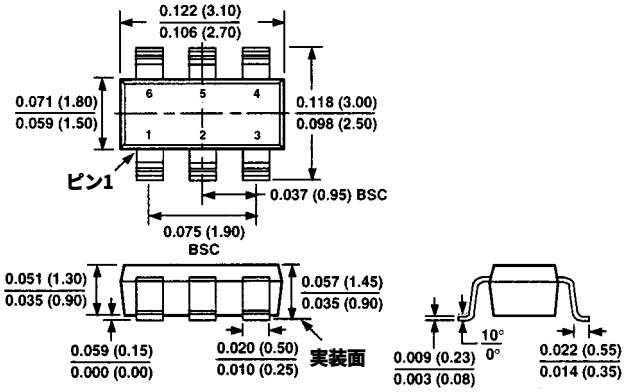
図24．定ドロップアウト・ポスト・レギュレータ

外形寸法

サイズはインチと（mm）で示します。

6ピン表面実装パッケージ

（SOT-23）



D1163-2.7-4/99.1A

PRINTED IN JAPAN